ÉCLIPSES LUNAIRES ET EFFET ALLAIS

Russell Bagdoo
rbagdoo@yahoo.ca

SOMMAIRE

Deux anomalies observées durant les éclipses lunaires, soit l'agrandissement de l'ombre terrestre et une clarté excessive de la pénombre, possiblement attribuées à des causes insuffisantes sinon douteuses, démentiraient l'affirmation de certains expérimentateurs selon laquelle l'effet d'éclipse Allais lunaire serait quasi impossible à déceler. L'ombre de la Terre s'avère plus étendue de 2% que ce qui est attendu à partir de considérations géométriques et on croit que l'atmosphère terrestre est responsable de cet élargissement, mais on se rend compte que l'absorption atmosphérique ne peut pas expliquer l'absorption de lumière à une hauteur aussi élevée que 90 km au-dessus de la Terre, comme l'exige cette hypothèse. On a aussi observé une couleur rouge prononcée dans les parties intérieures de l'ombre pendant une éclipse de Lune. Il a été argué que cette coloration est causée par la réfraction de la lumière du Soleil à travers les régions supérieures de l'atmosphère terrestre. Il a toutefois été constaté que l'ombre vers le centre est trop lumineuse pour être expliquée par la réfraction de la lumière solaire visible. Bien que ces hypothèses puissent jouer un rôle non négligeable, nous attribuons la majeure partie de ces anomalies à l'effet d'éclipse Allais. Cet effet provoquerait une légère baisse de gravité lors de l'éclipse : les géodésiques seraient écartées, les rayons solaires courberaient moins, la lumière aboutirait plus loin agrandissant ainsi le cône d'ombre. Par contre, les rayons émanant de la Lune auraient alors une longueur d'onde plus courte et par conséquent la luminescence augmenterait par effet Raman anti-Stokes : le photon émis a plus d'énergie que le photon absorbé.

1- Introduction

Nous savons que les données astronomiques donnent les valeurs précises des rayons du Soleil, de la Terre et de la Lune. En outre, la connaissance de leurs distances relatives prédit assez précisément l'instant où la limite ombre-pénombre balaie certains cratères spécifiques sur la Lune lors des éclipses lunaires. Depuis les années 1830, le chronométrage de cratère a été utilisé pendant les éclipses lunaires pour mesurer la longueur de l'ombre de la Terre. La méthode est simple : on détermine le moment où l'ombre traverse un trait saillant de la Lune, comme un cratère, un contrefort, une crête, une arête ou une tache brillante. La géométrie Soleil-Terre-Lune étant connue très précisément, il est alors possible de calculer la taille et la forme de l'ombre de la Terre à la Lune. Les mesures, qui varient d'une éclipse à l'autre, peuvent maintenant être faites avec des télescopes de faible puissance ou une horloge synchronisée avec des signaux radio. Toutefois, il a été constaté systématiquement que l'ombre de la Terre semble être de 2% plus grande que ce qui est attendu à partir de considérations géométriques. Bien qu'il soit généralement admis que l'épaisseur de l'atmosphère terrestre est responsable de cet élargissement [1], on a réalisé que l'absorption atmosphérique ne peut pas expliquer l'absorption de lumière à une hauteur allant jusqu'à 90 km au-dessus de la Terre, comme l'exige cette hypothèse. On peut souligner, en particulier, que Link [2] a établi avec certitude une relation entre l'agrandissement de l'ombre de la Terre

pendant les éclipses lunaires et la présence de météores qui ont la capacité de fausser les propriétés optiques de l'atmosphère quand ils sont freinés à des altitudes élevées [3].

Il a été dit que la couleur rouge foncée dans les parties intérieures de l'ombre au cours d'une éclipse de Lune était causée par la réfraction de la lumière du Soleil à travers les régions supérieures de l'atmosphère de la Terre, mais l'ombre vers le centre est trop lumineuse pour avoir pu être provoquée par la réfraction de la lumière visible.

Dans les sections 2 et 3, nous donnons une brève histoire de l'agrandissement de l'ombre de la Terre et de l'excès de lumière dans l'ombre de la Terre sur la Lune pendant les éclipses de Lune. Nous exposons quelques interprétations acceptées et nous montrons comment l'effet Allais, qui intervient dans le temps où se posent les problèmes liés à ces anomalies, nous conduit au rejet de ces interprétations.

2- Agrandissement de l'ombre terrestre sur la Lune

1- Brève histoire de l'agrandissement de l'ombre terrestre sur la Lune durant les éclipses lunaires

Dans les années 1700, Philippe de La Hire a fait une observation curieuse à propos de l'ombre de la Terre. Le rayon prévu de l'ombre nécessite d'être agrandi d'environ 1/41 afin d'être en synchronisation lors d'une éclipse de Lune (La Hire 1707). Des observations supplémentaires au cours des deux siècles qui suivirent ont révélé que l'agrandissement de l'ombre était un peu variable d'une éclipse à l'autre [4].

Chauvenet (1891) a adopté une valeur de 1/50, qui est devenue le facteur d'agrandissement standard pour les prédictions d'éclipses lunaires publiées dans le monde entier par de nombreux instituts nationaux [5]. Certaines autorités contestent la convention de l'agrandissement de l'ombre de Chauvenet. Danjon (1951) note que la seule façon raisonnable de représenter une couche d'air opaque qui entoure la Terre est d'augmenter le rayon de la planète de l'altitude de la couche [6]. Ceci peut être accompli en augmentant proportionnellement la parallaxe de la Lune. Les rayons de l'obscurité de l'ombre et de la pénombre sont alors soumis à une même correction absolue et non plus sujette à une relative correction utilisée par la traditionnelle convention 1/50 de Chauvenet. Danjon estime l'épaisseur de la couche occultante à 75 km et cela se traduit par un agrandissement du rayon de la Terre et de la parallaxe de la Lune d'environ 1/85. Depuis 1951, l'almanach français *Connaissance des Temps* a adopté la méthode de Danjon pour l'agrandissement des ombres de la Terre dans leurs prédictions d'éclipses.

La méthode de Danjon modélise correctement la relation géométrique entre un agrandissement du rayon de Terre et l'augmentation correspondant à la taille de ses ombres. Meeus et Mucke (1979), ainsi qu'Espenak (2006), utilisent la méthode de Danjon. Cependant, les tailles résultantes d'ombre et de pénombre durant l'éclipse lunaire sont plus petites d'environ 0,006 et 0,026 respectivement par rapport aux prédictions en utilisant la convention traditionnelle Chauvenet de 1/50.

Pour sa part, dans une analyse de 57 éclipses couvrant une période de 150 ans, Link (1969) a trouvé un agrandissement de l'ombre de 2,3% en moyenne. Par ailleurs, les horaires d'entrées et de sorties du cratère à travers l'ombre pendant quatre éclipses lunaires de 1972 à 1982

soutiennent fortement la valeur Chauvenet de 2%. Bien sûr, la différence de faible ampleur entre les deux méthodes est difficile à observer car la lisière de l'ombre est mal définie. D'un point de vue physique, il n'y a pas de frontière tranchée entre l'ombre et la pénombre. En fait, la densité d'ombre varie continuellement en fonction de la distance radiale depuis l'axe central vers la bordure extrême de la zone de pénombre. Cependant, la variation de densité est la plus rapide au voisinage du bord théorique de l'ombre. La théorie de contraste de Kuhl (1928) démontre que le bord de l'ombre est perçu au point d'inflexion de la densité de l'ombre. Ce point semble être équivalent à une couche de l'atmosphère terrestre à une altitude d'environ 120 à 150 km. L'agrandissement net du rayon de la Terre de 1,9% à 2,4% correspond à un élargissement de l'ombre de 1,5% à 1,9%, en assez bon accord avec la valeur conventionnelle. Il semble que l'augmentation d'ombre de la Terre pendant les éclipses lunaires est la valeur classique de 2% (la règle du cinquantième) utilisée dans la plupart des calculs des éclipses lunaires [7].

2- Interprétation acceptée de l'agrandissement de l'ombre

Afin d'étudier plus en profondeur le phénomène qui montre que la limite ombre-pénombre semble sensiblement déplacée sur la Lune lors d'une éclipse, il est important d'évaluer si l'augmentation constatée de 2% de l'ombre de la Terre sur la Lune correspond à une valeur raisonnable de la hauteur où l'atmosphère est opaque. Les calculs indiquent que cet agrandissement correspond à une altitude terrestre de 92 km.

Cette interprétation habituelle de l'agrandissement de l'ombre nous oblige à croire que l'atmosphère est normalement opaque jusqu'à environ 92 km. Mais comment est-ce possible quand, à cette altitude, l'air est extrêmement raréfié ? C'est à l'altitude proche de l'orbite sur laquelle un satellite se déplace autour de la Terre.

En fait, selon les données recueillies [8], la pression atmosphérique à 90 km au-dessus du niveau de la mer est d'environ un demi-million de fois plus petite qu'au niveau de la mer. Au-dessus de 15 km, l'atmosphère devient relativement transparente à la lumière, puisque 90% de l'air et la quasi-totalité de l'humidité et la pollution sont au-dessous de ce niveau. Cela fait une obscurité élargie due à l'opacité de l'atmosphère de seulement 0,3%, ce qui est beaucoup plus petit que les 2,0% rapportés.

En outre, l'éruption des volcans ne peut pas expliquer l'ombre agrandie. Selon certains, l'altitude atteinte par plusieurs matériaux éjectés du volcan El Chichon serait dans la stratosphère, environ 26 kilomètres (16 miles) au-dessus de la surface de la Terre – environ 50% plus élevé que les matériaux du célèbre Mont Saint Helens [9]. Puisque l'atmosphère ne semble pas être responsable du déplacement de la limite ombre-pénombre de 2% sur la Lune, quelle en est alors la cause?

F. Link affirme que la poussière météorique dans la haute atmosphère de la Terre est à l'origine de l'affaiblissement supplémentaire de la lumière et de l'expansion de l'ombre terrestre [10, 11]. Nous pourrions indiquer, en particulier, que Link a effectivement établi une concomitance entre l'agrandissement de l'ombre de la Terre pendant les éclipses lunaires et la présence de météores, qui sont de nature à fausser les propriétés optiques de l'atmosphère quand ils sont freinés à des altitudes élevées [3, 12].

Paul Marmet et Christine Couture [1], pour leur part, croient que l'ombre réelle de la Terre projetée sur la Lune n'est pas aussi grande que celle observée, que la sensibilité des yeux est un facteur conduisant nécessairement à un élargissement de l'ombre et que la presque totalité du déplacement rapporté de la limite ombre-pénombre est un effet optique qui n'a rien à voir avec l'épaisseur de l'atmosphère de la Terre.

De notre côté, nous croyons que les temps observés pour que la Lune traverse l'obscurité de la Terre dévient des temps prédits et que des variations de couleur, taille et forme de l'ombre – qui diffèrent d'éclipse en éclipse –, ont lieu dans l'obscurité. Nous attribuons ces déviations et ces variations à l'effet d'éclipse Allais.

3- L'agrandissement de l'ombre terrestre sur la Lune et l'effet d'éclipse Allais

Lors d'une éclipse de Lune, il est géométriquement prévu que les photons provenant du Soleil décrivent une trajectoire rectiligne comme s'ils étaient très peu déviés et passent à une distance minimum d'approche R_T' du centre de la Terre (légèrement supérieure au rayon R_T de la Terre), pour se diriger ensuite vers la Lune. La lumière du Soleil frôlera la Lune au point R_L' d'approche minimum pour aboutir au point P à l'extrémité du cône d'ombre de la Terre. La trajectoire suivie par les photons solaires façonne la courbure d'approche minimum de la Terre et de la Lune.

Nous avons cependant de sérieuses raisons de croire que, pendant une éclipse lunaire, avec la Terre interposée entre la Lune et le Soleil, il y aurait une sorte d'anti-gravité sur la Lune qui se manifesterait par une déviation de la lumière. C'est précisément l'effet Allais [13, 14, 15].

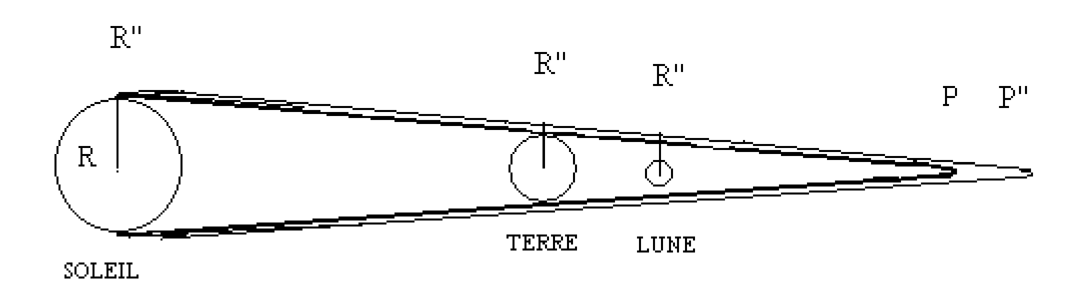


Figure. Diagramme exagéré (pour compréhension) des cônes de l'ombre. Les tangentes quasi-parallèles intérieures au soleil et à la terre donnent les deux cônes intérieurs, observé et prédit, de l'ombre. C'est la partie ombragée où un observateur sur la Lune verrait le Soleil totalement éclipsé. (Les cônes extérieurs de la pénombre, formés par les tangentes extérieures au Soleil et à la Terre, ne sont pas représentés).

Le rayon orbital semble plus long. Ce décalage géodésique entraîne vers l'extérieur la courbure d'approche minimum de la Terre et de la Lune. Puisque la courbure est l'inverse du carré du rayon, la courbure est encore plus petite du fait que le rayon est grand. Cela s'inscrit dans la logique newtonienne formulant que la gravité – identifiée à la courbure – est d'autant plus faible que le rayon orbital est grand. Les photons déviés passeront à une distance minimum d'approche R_T'' ($R_T'' = R_T + \Delta R_T$) du centre de la Terre et au point d'approche minimum R_L'' ($R_L'' = R_L + \Delta R_L$) de la Lune pour se terminer à la pointe P" ($P'' = P + \Delta P$), projetant ainsi un cône d'ombre plus large. Il concorde avec le cône observé de l'agrandissement de l'ombre terrestre.

Inévitablement, la lumière du Soleil, observée sur la Lune éclipsée, va tendre à s'éloigner. Le photon possède une « masse inerte » égale à $h\nu/c^2$ équivalente à une « masse grave » elle aussi égale à $h\nu/c^2$. L'énergie du photon « tombé » du Soleil sera $m(g - g')$H au lieu de mgH (m = masse inertielle et grave du photon; g = accélération de la pesanteur ; H = hauteur). La masse gravitationnelle des photons, amoindrie, se distancie, augmentant ainsi l'obscurité. On assiste à un décalage gravitationnel des fréquences anormal.

Supposons que la lumière, en temps normal, soit émise par le Soleil à la hauteur H (distance Soleil-Lune) [16]. L'énergie totale du photon de fréquence ν et d'énergie $h\nu$, en atteignant la surface lunaire, est devenue

$$h\nu' = h\nu + h\nu g\mathrm{H}/c^2. \qquad (1)$$

Le récepteur, placé au sol lunaire, détecte une fréquence ν' supérieure à celle ν de la source solaire (g désigne le champ gravitationnel lunaire) :

$$\nu' = \nu\,[1 + g\mathrm{H}/c^2]. \qquad (2)$$

Pendant une éclipse lunaire, en raison d'une perte potentielle d'attraction, le champ gravitationnel lunaire g s'établit à $g - g'$. Quand un photon émis par le Soleil atteint la surface de la Lune, il a perdu l'énergie potentielle $(h\nu/c^2)(g - g')$H et a gagné l'énergie cinétique $(h\nu/c^2)(g - g')$H. Son énergie totale est devenue

$$h(\nu' - \nu'') = h\nu + (h\nu/c^2)(g - g')\mathrm{H}. \qquad (3)$$

La fréquence $\nu' - \nu''$ du photon à son arrivée à la surface de la Lune éclipsée est moins décalée vers le rouge par rapport à sa fréquence initiale suivant la relation

$$\nu' - \nu'' = \nu\,[1 + (g - g')\mathrm{H}/c^2]. \qquad (4)$$

Le récepteur, disposé sur le sol de la Lune éclipsée, détecte une fréquence $\nu' - \nu''$ légèrement inférieure à celle ν' de l'astre non éclipsé. Cela signifie un infime décalage vers le bleu pour le Soleil durant l'éclipse.

Si cette hypothèse est juste, qui consiste à déclarer que l'effet Allais provoque une sorte de répulsion entre les trois corps célestes impliqués, il devrait y avoir une variance du potentiel gravitationnel. Celui-ci fait en sorte que la gravitation influe sur la géométrie de l'espace-temps : la marche des horloges et la longueur mesurée par une règle seront affectées selon qu'il y a plus ou moins de gravité. La théorie générale de la relativité d'Einstein prédit qu'une horloge en présence de faible gravité tourne plus rapidement que celle qui se trouve là où la gravité est plus forte. En conséquence, les fréquences des rayonnements émis par des atomes en présence d'un faible champ gravitationnel sont décalées vers des fréquences plus hautes en comparaison avec les mêmes émissions en présence d'un champ fort. La lumière du Soleil observée sur une Lune éclipsée devrait être moins décalée vers le rouge ; une fraction du redshift gravitationnel solaire ($g'R/c^2$) qui est environ deux millionièmes [17].

L'accroissement de l'ombre terrestre sur la Lune ne serait pas suscité par une plus grande densité de l'atmosphère supérieure de la Terre qui la rendrait aussi opaque que l'atmosphère inférieure, il serait dû, croyons-nous, à un potentiel gravifique temporairement diminué. La matière, « comme allégée », dicterait à l'espace-temps un degré de courbure plus petit, de même que l'espace-temps imposerait à la matière de se mouvoir sur un rayon orbital plus grand.

3- L'excès de lumière dans l'ombre terrestre

1- Brève histoire de l'excès de lumière dans l'ombre terrestre sur la Lune durant les éclipses lunaires

Le premier travail sur la variation de luminosité d'éclipses a été exécuté par André-Louis Danjon en 1920. Il a conçu une échelle de luminosité pour éclipses lunaires totales, de 0 (invisible) à 4 (très brillant). Il s'en est servi afin d'analyser les données sur les éclipses remontant à plus de trois siècles et demi en arrière et a montré une corrélation entre la luminosité de l'éclipse et l'activité solaire. Mais une série d'observations photométriques – en trois couleurs – d'éclipse de Lune, faites par lui et ses associés entre 1932 et 1957, semble montrer une corrélation claire entre la luminosité d'éclipse et l'indice géomagnétique planétaire K_p [18]. Donc, ces nouvelles données semblent contredire la première conclusion de Danjon.

Une tentative d'interpréter la relation avec K_p en ce qui concerne la luminescence lunaire indique que le changement de la luminosité de l'éclipse est en accord avec le taux d'augmentation de l'énergie du plasma, comme prévu par l'expérience de Snyder *et al.* (1963) [19]. Cependant, il y a une certaine difficulté avec la densité exigée du proton qui devrait posséder un ordre de grandeur supérieur à la valeur observée. Les mêmes calculs montrent que pour que la luminescence devienne visible à la lumière lunaire ordinaire, cela nécessite une énergie de plasma d'au moins trois ordres de grandeur supérieurs à la valeur maximale prévue par Snyder *et al.* Ils montrent également que les dates déclarées de ces observations correspondent à des journées géophysiquement calmes, ainsi qu'à des dates de K_p élevé. La conclusion ci-dessus est en accord avec le résultat des calculs de Ney *et al.* en 1966.

D'autre part, J. Dubois et F. Link ont trouvé en 1969 une corrélation entre la luminosité de la Lune éclipsée et l'activité solaire, comme cela avait été suggéré par Danjon sur la base de ses premières observations. Ils ont montré que la luminosité d'éclipse était liée non seulement au nombre de taches solaires, mais aussi à la hauteur de la latitude. Ils ont montré une corrélation annuelle entre la latitude héliographique du centre apparent du disque solaire et la luminosité de l'éclipse [20, 21].

On a avancé que l'anomalie de la luminosité de la région ombragée lors d'une éclipse de Lune serait causée par la réfraction de la lumière du Soleil à travers les régions supérieures de l'atmosphère terrestre. La coloration rouge surgit parce que, affirme-t-on, la lumière du Soleil atteignant la Lune doit passer par une couche longue et dense de l'atmosphère de la Terre, où elle est dispersée. Les longueurs d'ondes plus courtes vont plus probablement être dispersées par les petites particules et ainsi, au moment où la lumière passe par l'atmosphère, les longueurs d'ondes plus longues dominent. Nous percevons en rouge la lumière résultante. La quantité de lumière réfractée dépend de la quantité de poussière ou de nuages dans

l'atmosphère ; ce qui régit aussi la quantité de lumière dispersée. En général, plus l'atmosphère est poussiéreuse, plus d'autres longueurs d'onde de lumière seront enlevées (par rapport à la lumière rouge), ce qui laisse la lumière résultante avec une couleur rouge plus foncée [22].

Malgré ce raisonnement, il a été constaté que l'ombre vers le centre est trop lumineuse pour être prise en compte par la réfraction de la lumière solaire visible. F. Link a proposé que cet excès soit interprété comme une luminescence [23]. Il a conclu qu'environ 10% du rayonnement optique de la Lune est causé par la luminescence. Les observations semblent confirmer l'existence de la luminescence lunaire. Le terme luminescence peut s'appliquer à tout objet qui émet de la lumière en plus de la lumière habituellement réfléchie. La principale caractéristique de la luminescence est que la lumière émise est un attribut de l'objet lui-même, et l'émission de lumière est stimulée par un processus interne ou externe [24]. Comme processus externe, Link a suggéré la luminescence de la surface lunaire par le bombardement de rayons X provenant des régions non éclipsées de la couronne solaire. Cette théorie est appuyée par la variation d'un facteur de 100, entre le maximum et le minimum solaire, de l'intensité de certaines longueurs d'onde des rayons X [25].

Un autre mécanisme possible par lequel la Lune éclipsée brille résulte du fait qu'elle est couverte d'une fine couche de poussière météorique, et contiendrait par conséquent des quantités *d'enstatites achondritiques*. Ce type de météorite pierreuse produit de la luminescence lorsque les protons et les électrons du vent solaire sont déviés et se heurtent sur la surface de la Lune lors d'une éclipse totale. Une expérience réalisée par Zdenek Kopal, C. J. Derham et J. E. Geakel en 1963 a montré que certains spécimens de météorites ont brillé avec une étrange lumière rouge – même couleur que l'ombre de l'éclipse – lorsqu'ils sont bombardés par des protons de haute énergie en laboratoire [21].

Il nous apparaît que l'excès d'irradiation de la Lune dans l'ombre de la Terre lors de l'éclipse est causé en partie par la réfraction dans l'atmosphère, mais qu'il dépend surtout de l'émission de lumière stimulée par un processus interne lié à l'effet d'éclipse Allais.

2– La luminescence de la Lune éclipsée et l'effet Allais

Le temps de vibration des atomes et des molécules des particules et des gaz luminescents. Le temps de vibration (T) des atomes et des molécules de gaz luminescent dans la région vide de l'espace est $T = \tau$ (T est la période de la vibration à l'atome au repos; τ est le temps de vibration altéré) [26]. Dans une région de l'espace avec champ gravitationnel, le temps de vibration est modifié pour

$$\tau = T \,/\, (1 - \gamma/2) = T \,/\, (1 - v^2/c^2) = T \,/\, (1 - \Phi/c^2) \qquad (5)$$

[γ contient le potentiel gravitationnel Φ ($\gamma = 2GM/Rc^2 = 2v^2/c^2 = 2\Phi/c^2$)].

Nous supposons qu'à la surface de la Lune éclipsée le champ gravitationnel est plus faible que dans un système de référence sans éclipse ($\gamma' < \gamma$)

$$\underset{\text{avec éclipse}}{[\tau = T / (1 - \gamma'/2)]} \;<\; \underset{\text{sans éclipse.}}{[\tau = T / (1 - \gamma/2)]} \qquad (6)$$

En temps d'éclipse lunaire, le potentiel gravitationnel Φ de la Lune est conjecturalement amoindri, le temps τ de la vibration de l'atome est plus court. La métrique de la Lune obscurcie est affectée et le tic-tac du temps s'accélère relativement au système sans éclipse dans lequel l'atome est considéré au repos.

Conséquemment, le décalage vers le rouge des raies spectrales de la lumière qui vient de la couche de particules sur le sol aura en supplément un petit blueshift « Allais » qui réduit le redshift d'« Einstein » [16]. Comme l'effet Einstein (*i.e.* le minuscule décalage des fréquences des raies spectrales dans un champ de gravitation) tire vers le bleu, il y a donc plus d'énergie électromagnétique interne. Il appert que ce blueshift par variation à la baisse de la masse pourrait être une forme d'agitation atomique au niveau des électrons, comme le mouvement brownien. Plus précisément, nous dirions que l'effet d'éclipse Allais aurait engendré un changement significatif de longueur d'onde à l'intérieur des molécules de matière [27]. L'excès de luminescence serait l'empreinte laissée sur la lumière par les oscillations intramoléculaires des atomes constituant les molécules du sol lunaire qui la diffuse. Un effet Raman causé par un effet Allais, en quelque sorte.

3– Un effet Raman anti-Stokes entraîné par un effet Allais

Nous supposons que le potentiel gravitationnel lunaire Φ puisse être amoindri en temps d'éclipse, ce qui accélérerait la vibration des atomes.

Une molécule peut être excitée à un état d'énergie très élevée. La quantité d'énergie nécessaire pour atteindre cet état excité est $h\nu_0$. Par conséquent, la relaxation de la molécule au niveau de l'énergie vibratoire de l'état fondamental $v = 0$ provoque l'émission d'un photon d'énergie $h\nu_0$. Cette émission est en général observée dans le domaine spectral visible et est appelée diffusion Rayleigh. Nous pensons que l'oscillation rapide d'une onde lumineuse passant par le niveau intramoléculaire des atomes – qui constituent les molécules du sol lunaire qui les diffuse – pourrait s'apparenter à un effet Raman anti-Stoke [28].

La diffusion de la lumière sur les modes optiques est nommée effet Raman. Elle est différente de la diffusion Rayleigh parce que la lumière diffusée modifie la fréquence de la vibration active du spectre. Historiquement, l'effet a été observé pour la première fois avec des molécules. Les molécules vibrent, et chaque vibration moléculaire correspond à une certaine quantité d'énergie. Dans le processus de diffusion, cette énergie est ajoutée à la lumière incidente, ou soustraite. Un effet Raman anti-Stokes se produit lorsque la molécule absorbe une lumière incidente de fréquence ν_0 et la réémet à une fréquence supérieure.

Ainsi, durant les éclipses de Lune, la molécule excitée oscillerait à partir d'un niveau d'énergie vibratoire plus élevé, disons $v = 1$. L'énergie absorbée dans ce processus est encore $h\nu_0$. La molécule peut revenir à son niveau d'énergie vibratoire d'origine $v = 1$ et émettre un photon $h\nu_0$; toutefois, la relaxation peut conduire à l'état de vibration fondamental. Le retour à l'état $v = 0$ entraîne l'émission d'un photon qui est de $h\nu_1$ supérieure à l'énergie d'excitation $h\nu_0$ à partir du niveau 1. L'énergie des photons émis est $h(\nu_0 + \nu_1)$. Les raies spectrales avec des fréquences supérieures à ν_0 sont qualifiées lignes anti-Stokes [29]. Ce décalage Raman induit un rayonnement électromagnétique plus lumineux.

Conclusion

En conclusion, il semble que deux anomalies constatées pendant les éclipses lunaires, soit l'agrandissement de l'ombre de la Terre et une illumination excessive de la pénombre, ajustées *ad hoc* à l'atmosphère de la Terre, seraient plutôt causées par un effet Allais, c'est-à-dire une répulsion qui se produit lorsque la Lune passe directement derrière la Terre dans son ombre, lorsque Soleil, Terre et Lune sont alignés de près. Ceci est cohérent avec notre connaissance de l'éclipse solaire, avec le calcul de l'accélération spontanée anormale de la Lune durant l'éclipse solaire en juin 1954 (pendule paraconique de Maurice Allais) et le résultat enregistré par un gravimètre pendant l'éclipse solaire de 1997.

Cependant, il se pourrait que l'effet d'éclipse Allais soit encore rejeté. Pour la plupart des physiciens, la validité de ces observations importe peu, car ils estiment que cet effet est purement spéculatif puisque la science n'apporte aucune réponse théorique. Et les plus accommodants disent ne pas se fier aux expériences plus ou moins contradictoires effectuées jusqu'à maintenant ; ils aimeraient se tourner vers des expériences plus radicales, comme celles destinées aux théories modernes. Deux sont en cours, PHARAO [30] et STE-QUEST. À défaut de confirmer des théories à la mode douteuses, leur technologie de pointe pourrait tester l'effet Allais et fournir le moyen de rattacher, par un lien théorique nouveau, les faits observés durant les éclipses à des lois physiques ayant reçu la sanction d'un contrôle expérimental rigoureux.

Références

[1] Paul Marmet and Christine Couture, *Enlargement of the Earth`s Shadow on the Moon: An Optical Illusion*, Physics Department, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada K1N 6N5.
[2] F. Link, *La Lune*, Collection Science d'Aujourd'hui, Albin Michel p. 107 (1970).
[3] F. Link, Z. Linkova, *Agrandissement de l'ombre terrestre pendant les éclipses de Lune,* Institut astronomique, Ondrerov (1954).
[4] Frank Espenak, J. Meeus, *Enlargement of Earth`s Shadows*. NASA (2009).
[5] Chauvenet, W.A., *Manual of Spherical and Practical Astronomy*, Vol. 1, edition of 1891, (Dover reprint, New York, 1960).
[6] Danjon, A., *Les éclipses de Lune par la pénombre en 1951*, L'Astronomie, 65, 51Ð53 (1951).
[7] J. Meeus, *Nouvelles brèves* : *L'accroissement du diamètre de l'ombre de la Terre lors des éclipses de Lune*, Ciel et Terre, Vol. 88, p. 491 (1972).
[8] Kenneth R. Lang**,** *Astrophysical Data: Planets and Stars***,** Springer-Verlag, New York, 36 (1992).
[9] Patrick McCormick, Sky & Telescope, p. 390, Octobre (1982).
[10] F. Link, *Sur la grandeur des poussières météoriques dans l'atmosphère terrestre*, Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences. NASA Astrophysics Data System (1953).
[11] F. Link, Z. Linková, *Agrandissement de l'ombre terrestre pendant les éclipses de Lune ; influences météoriques*, Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences. Provided by the NASA Astrophysics Data System (1954).
[12] V. G. Fesenkov, *The Application of Lunar Eclipses for Surveying the Optical Properties of the Atmosphere,* Astronomicheskii Zhurnal, Vol.47, No. 2, pp. 237-245, (1970).
[13] Maurice Allais, *L'Anisotropie de l'Espace,* Edition Clément Juglar (1997).
[14] Russell Bagdoo, *Concordance de l'effet Allais et du résidu d'arc de la Relativité Générale durant l'éclipse solaire*, ViXra Scribd, Issuu (2010), General Science Journal (2011).
[15] Russell Bagdoo, *L'augmentation de l'unité astronomique est-elle causée par l'effet d'éclipse Allais ?* ViXra, Issuu, Scribd (2010), General Science Journal (2011).
[16] Stamatia Mavridès, *La Relativité*, Que sais-je? Presses universitaires de France, p. 105-6, 112, 119 (1988).
[17] Julian Schwinger, Einstein's legacy, Dover Publication, Inc. p. 146 (2002).
[18] Satoshi Matsushima, *Variation of Lunar Eclipse Brightness and its Association with the Geomagnetic Planetary Index K,**, The Astronomical Journal Vol 71, 8**,** 699-705 (1966).
[19] C. W. Snyder, M. Neugebauer, U. R. Rao, *The solar wind velocity and its correlation with cosmic-ray variations and with solar and geomagnetic activity*, Journal of Geophysical Research, Vol. 68, Issue 24, 6361–6370, 15 Dec. (1963).
[20] J. Dubois, F. Link, *Analyse photométrique de l'ombre intérieure pendant les éclipses de Lune*. Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences. Provided by the NASA Astrophysics Data System (1970).
[21] James S. Shepherd, *Lunar Eclipses, Lunar Luminescence and Transient Lunar Phenomena*, 92, 2, p 66-67, J. Brit. astron. Assoc. Provided by the NASA Astrophysics Data System (1982).
[22] Wikipedia, *Lunar Eclipse*.
[23] F. Link, *Densité de l'ombre pendant les eclipses de Lune*, Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences. Provided by the NASA Astrophysics Data System (1959).
[24] N. Sandulak, Jurgen Stock, *Indication of luminescence found in the December 1964 lunar eclipse*, Cerro Tololo Inter-American Observatory, La Serena, Chile, p. 237, Provided by the NASA Astrophysics Data System (1965).
[25] David N. Jamieson, *The July Lectures in Physics-1995 Light without Heat*: *Luminescence in Moonlight*, School of Physics, University of Melbourne.
[26] Max Born, *Einstein`s Theory of Relativity,* Dover Publications, Inc, p. 352-3 (1962).
[27] I. Radounskaïa; Idées folles, Édition MIR, Moscou, p. 68-69, 78-80-82 (1972).
[28] Rita G. Lerner, George L. Trigg, *Encyclopedia of Physics*, VCH Publishers, Inc., p. 1034, W. G. Fateley, F. F. Bentley, *Raman Spectroscopy* (1990).
[29] K. D. Möller, *Optics*, University Science Books, 574-5, 621 (1988).
[30] Russell Bagdoo, *THE PHARAO/ACES MISSION AND THE ALLAIS EFFECT*, General Science Journal (2012), ViXra, Issuu, Scribd (2012).